BEITRÄGE ZUM STUDIUM DER STOFFPRODUKTION IM PFLANZENREICH

C. v. REGEL

Nicht nur der absolute Gehalt an Rohstoffen ist bei einer Pflanze wichtig und der prozentuale Gehalt, sondern auch die Produktivität, die Menge an Pflanzenmasse, die diesen Rohstoff enthält, denn wirtschaftlich ist nur die Pflanze, die je Hektar eine größtmögliche Menge des nutzbaren Rohstoffes hervorbringt und diese Menge müssen wir zu bestimmen versuchen.

Bis vor Kurzem gab es nur wenige Untersuchungen über die Produktivität und erst unlängs begann man sich dafür zu interessieren, wie aus dem von LIETH herausgegebenen Sammelband „Die Stoffproduktion der Pflanzendecke" zu ersehen ist, der die im Jahre 1960 am internationalen ökologischen Symposium in Stuttgart-Hohenheim gehaltenen Vorträge und Diskussionsergebnisse enthält und als Markstein in der Behandlung dieses Gegenstandes gelten kann.

1966 fand in Leningrad eine Tagung über Fragen der biologischen Produktivität von Pflanzen statt, an der u.a. ein Symposium über die „Biologische Produktivität natürlicher und künstlicher Pflanzenvereine" abgehalten wurde. (Botan. J. USSR 51, Heft 7 und 8, 1966).

Allerdings gibt es eine Reihe Untersuchungen aus früheren Zeiten über die Produktivität der Pflanzen, aber diese beschränken sich fast nur auf den Holzertrag und somit auf den Ertrag an Zellulose im Walde, oder auf den Ertrag an Gras und damit auch an Heu auf einer Wiese.

Die pflanzensoziologischen Untersuchungen der Wiesen geben uns meist einen, wenn auch indirekten, Hinweis auf die Produktivität an Pflanzenmasse, wenn auch nicht an Rohstoffen. Besonders wenn sich dabei der Forscher der botanischen Analyse des Grases, resp. des Heus bedient, lassen sich Rückschlüsse auf die landwirtschaftliche Qualität der Pflanzenmasse ziehen. (Siehe z.B. REGEL 1913, 1919, 1925, 1926, 1931, 1943, 1944, 1948). Doch finden wir in der pflanzensoziologischen Literatur meist nur wenige Angaben über den Ertrag an Pflanzenmasse in den verschiedenen Umweltsbedingungen, wie Licht, Temperatur, Feuchtigkeit des Bodens und der Luft u.s.w. So widmet BRAUN-BLANQUET (1951) in seinem Lehrbuch nur wenige Seiten der Frage des Zuwachses und der Ansammlung von Pflanzenmasse in den Pflanzenvereinen und der Bestimmung des von der Pflanzenmasse eingenommenen Raumes und dessen Gewichtes. WALTER (1960) widmet der Produktivität der Vegeta

tionsdecke ein besonderes Kapitel, in dem die Ökologie der Ansammlung von Pflanzenmasse in den Pflanzenvereinen (Wald, Wiese, u.s.w.) unter dem Einfluß von Licht, Temperatur und Feuchtigkeit besprochen werden, wobei er auch auf das Fehlen von genaueren Untersuchungen hinweist.

Zahlreicher sind die Untersuchungen auf diesen Gebiete in der USSR, obwohl hier manche Autoren diese Frage nur kurz behandeln, oder nur beiläufig streifen. So spricht JAROSCHENKO (1953) in seinem Grundriß nur kurz über die räumliche und die Gewichtsanalyse zur Bestimmung des Vorherrschens der einen oder anderen Art im Pflanzenverein. BYKOV (1953) widmet dieser Frage schon mehr Raum, indem er die Methodik der Bestimmung des Vorrates und des Zuwachses an Holzmasse in den Wäldern und die Bildung der oberirdischen Pflanzenmasse im Verein behandelt. Es gibt noch eine Reihe von Untersuchungen über die unterirdische Produktionsmenge (Wurzeln und Rhizome), insbesonders in Steppen und Wüsten und weniger in Wäldern, während solche über die Tundra fast fehlen. Schließlich gibt LAWRENKO (1955) in einem Aufsatz eine zusammenfassende Übersicht, der wir vorliegende Angaben entnommen haben und die wir durch unsere eigenen Beobachtungen ergänzen wollen. Vor allen muß man nach ihm die Roh- oder Bruttoproduktion an Pflanzenmasse in den oberirdischen Pflanzenvereinen betrachten, d.h. die ganze Pflanzenmasse, die in allen lebenden Pflanzen in einem Pflanzenverein enthalten ist, und zwar in den ober- und in den unterirdischen Teilen der Pflanze. Auf diese Rohproduktion an Pflanzenmasse entfallen sowohl die lebenden, als auch die abgestorbenen Gewebe, aus denen die Pflanze besteht, wie Rinde, Holz u.s.w. Nicht inbegriffen sind jedoch das abgefallene Laub und die abgestorbenen unterirdischen Pflanzenteile.

Wir wollen auf Grund der eigenen Beobachtungen in der Litauischen SRR, im Irak, in Afghanistan, in Weißrußland u.a., die wir im Laufe der letzten Jahrzehnte gemacht haben, einen Beitrag zur Stoffproduktion der Pflanzen geben. Allerdings arbeiteten wir mit pflanzensoziologischen Methoden, die sich nicht immer auf die Stoffproduktion bezogen, nichtsdestoweniger hoffe ich aber, einige Schlüsse ziehen zu können. Über die Verhältnisse in der Türkei hoffe ich eine besondere Untersuchung anstellen zu können.

Hier käme die Stoffproduktion auf den Anhöhen, den Bergwiesen, Yaylas, in Betracht, z.B. wie auf dem Nifdag, dem Yayla Göl bei Buldan, auf Wiesen in Eichenwäldern, z.B. bei Eski Schehir, am Karagöl, u.a. m., ferner auch auf sumpfigen Wiesen bei Gelendost, bei Čivril u.a. und schließlich ein Vergleich dieser Pflanzengesellschaften, deren Vegetation und deren Stoffproduktion mit den

Grasflächen in der Ebene, die im Frühling eine reiche Vegetation tragen, die aber bald, im Sommer, gänzlich verdorren da sie in einer pflanzenphänologisch gänzlich verschiedenen Stufe liegen. Einen interessanten Vergleich würde man auch gewinnen, wenn man an Hand des großen Werkes von LARIN die Wiesen der USSR untersuchen und vergleichen würde.

Unvollständig sind jedoch unsere Aufnahmen, da sie die Moosschicht nicht behandeln und sich nur auf die Gras- und Kräuterschicht beziehen.

I. UNTERSUCHUNGEN AN PHRAGMITES COMMUNIS UND TYPHA ANGUSTIFOLIA IN LITAUEN (JETZT LITAUISCHE S.S.R.)

Bei der Erforschung der pflanzlichen Rohstoffe in der jetzigen Litauischen Sowjetrepublik wandte ich unter anderem meine Aufmerksamkeit auf zwei im Lande weit verbreitete und stellenweise in ungeheuren Mengen vorkommende Pflanzen, *Phragmites communis* und *Typha angustifolia*, von denen die erste als Lieferant für Zellstoff, die zweite als Lieferant von Fasern in Betracht kommen könnte.

Die ungeheure Beanspruchung der Wälder in ganz Europa für die Bedürfnisse der Zellstoff-verarbeitenden Industrien, wie z.B. für die Herstellung von Papier und von Zellwolle, machen die Verwertung anderer Rohstoff-Zellstofflieferanten, als es das Holz der Bäume ist, erforderlich. Außerdem liefern die Wälder Bau - und Brennholz, so daß sie der immer steigenden Nachfrage nicht mehr genügen können. In vielen Ländern Europas sind die Wälder über die Jahresnorm hinaus geschlagen worden und dort ist die Waldvernichtung so ungeheuer, daß man ernstlich an Schonzeiten für den Wald denken muß. Aber auch in den Jahren vor dem Kriege wurde in manchen Ländern über die Norm hinaus geschlagen. Dies trifft u.a. auf Litauen zu, wo nach GALINIS (1936) alljährlich 524469 Festmeter mehr geschlagen wurden als der jährliche Zuwachs beträgt und wo nach anderen Angaben (Lietuvos TSR miškai) der Forstplan im Jahre 1944 schon um 10 Jahresnormen überschritten war. Die Angaben von GALINIS beziehen sich übrigens auf Litauen in den Grenzen vor dem Anschluß des Gebietes von Vilnius, das damals noch zu Polen gehörte. Man muß daher Ausschau nach anderen Pflanzen halten, die den notwendigen Zellstoff liefern könnten. Zu solchen Pflanzen gehört u.a. *Phragmites communis*, wie bei TOBLER (1949) ersichtlich ist.

In Litauen ist *Phragmites communis* in allen Gewässern überaus verbreitet, wie aus der Literatur ersichtlich ist (siehe z.B. REGEL 1931, 1933, 1944, 1948). Wir finden diese Pflanze hier im Litoral der

Seen und in der Verlandungszone flacher Gewässer, wo sie auf den Wasseroberflächen Schwingrasen bildet, und schließlich kommt sie auch auf den Niedermooren vor.

Die Fragestellung bei der Möglichkeit der Verwertung von *Phragmites communis* ist erstens, ob die Pflanze in genügend großer Menge vorhanden ist, um genutzt werden zu können, und zweitens, wie die Qualität des aus ihr gewonnenen Zellstoffes ist. Denn wie TOBLER gezeigt hat (l.c.) scheinen Düngung, die Eigenschaften des Standortes, die Lage der Stengel, ob unter oder über dem Wasser, und andere Faktoren den Bau des Stengels und damit auch die Menge und Qualität des Zellstoffes zu beeinflussen. Siehe hierüber auch HÜRLIMANN (1951). Die Untersuchung in Litauen wurde am See von Žuvinta begonnen und sollte später an anderen Stellen des Landes fortgeführt werden, was jedoch infolge der Ereignisse des II. Weltkrieges nicht mehr durchgeführt werden konnte. So gibt es in Litauen weite Bestände am See von Daugai östlich von Žuvinta, aber auch in den nördlichen Teilen des Landes sind solche vorhanden.

Was den See von Žuvinta anbelangt, so ist eine Untersuchung der Vegetationsverhältnisse an ihm und auf dem angrenzenden Moor früher erschienen (REGEL 1948*).

Die meisten Seen in Litauen sind mehr oder weniger tief in die Moränne eingebettet. Es sind Beckenseen, in denen die litorale Zone nur einen schmalen Gürtel bildet, so daß es nicht zur Bildung von ausgedehnten *Phragmites communis*-Beständen kommen kann. Der Žuvinta-See bildet jedoch eine Ausnahme. Dies ist ein über 1000 Hektar großer äußerst flacher See vom eutrophen Typus mit niedrigen Ufern, die sämtlich von Schwingrasen und Verlandungs-Vereinen umgeben sind. Auch mitten im See sieht man große Bestände von *Typha angustifolia* in ungeheuren Mengen. Man kann den ganzen See als von einem Litoral bedeckt ansehen, in dem das Sublitoral und das Profundal (STEINEKE 1940) vollständig fehlen.

Der Žuvinta-See liegt gegen 10 km südlich von Simno im Kreise Alytus, also im Gebiet des Suwalkier Seenrückens in der sogenannten Westmemel-Landschaft (MORTENSEN 1926). Am Nordwestzipfel des Sees beginnt das 4000 Hektar große Moor von Žuvinta; nordöstlich liegt der See von Amalva mit dem 3340 Hektar umfassenden gleichnamigen Moor.

In welchen Beständen kommt hier *Phragmites communis* vor? Zu diesem Zweck wurde eine Reihe Aufnahmen gemacht, wobei ich mich der gewöhnlichen pflanzensoziologischen Methodik be-

*) Siehe auch das Stichwort „Žuvinta", in Lietuvius Encyklopedija, Boston 1966.

diente. Die in den Listen angeführten Zahlen bezeichnen den Dekkungsgrad der einzelnen Pflanzen.

Phragmites communis-Schwingrasen beim Dorfe Žuvinta, den 29. Juni 1944. U. a. wurden hier folgende Arten aufgezeichnet:

Dryopteris Thelypteris—	4	*Comarum palustre* —	1
Phragmites communis —	5	*Lythrum salicaria* —	1
Carex riparia—	2—3	*Menyanthes trifoliata*—	2
Salix cinerea—		*Solanum dulcamara*—	1
Salix spec.—		*Scutellaria galericulata*—	1

Phragmites communis wird hier im Durchschnitt 1,5 m hoch. Auf einem Quadratmeter wurden 10—25 Exemplare *Phragmites communis* gezählt.

Diese *Phragmites-communis*-Schwingrasen, die wir 1948, wegen des konstanten Vorkommens von *Dryopteris thelypteris* das *Phragmitetum communis thelypteridosum** genannt haben, bedecken weite Flächen an den Seeufern. Wir finden sie auch an der aus dem See fließenden Dovine, wo sie jedoch einen schmalen Streifen an beiden Ufern des Flusses bilden. Die Zusammensetzung dieser Schwingrasen ist hier die gleiche wie am Žuvinta-See, doch gehen sie stellenweise in *Carex stricta*-Bestände über, die sich weiter vom Wasser entfernt anschließen. *Phragmites communis* wächst hier sehr dicht, je Quadratmeter wurden hier bis zu 30—40—50 Stengel gezählt, bei einem Deckungsgrad von *Phragmites communis*—5 und *Dryopteris thelypteris*—4. Seine Höhe reicht hier bis zu 2 m.

Auch am Amalva-See, der, wie erwähnt, wenige Kilometer nordöstlich vom See von Žuvinta liegt, sind die *Phragmiteta thelypteridosa* verbreitet, bilden jedoch nur einen bis zu 50 m breiten Gürtel am Ufer des Sees, der sich nur stellenweise verbreitert und bloß am Südufer breiter wird. Dieser See gehört zum Typus der tieferen Beckenseen, bei denen die Verlandungszone schmal ist und in deren Mitte keine Verlandungsvereine auftreten können, wie dies in Žuvinta der Fall ist. Hier wurden u. a. folgende Arten gezählt:

Dryopteris thelypteris—4—5	*Salix cinerea*
Phragmites communis—5	*Convolvulus sepium*
Carex gracilis	*Mentha arvensis*,

sowie die meisten anderen Vertreter dieses Vereines. *Phragmites communis* erreicht eine Höhe von 1—2 m, bei 30—40 Stengeln je Quadratmeter.

Diese Schwingrasen mit *Phragmites communis* und *Dryopteris thelypteris* sind nicht nur in Litauen, sondern auch weiter in Europa verbreitet. So weisen die Schwingrasen im Donaudelta die gleiche Zusammensetzung auf (Regel 1933). Nur die Dichte des Bestandes

---

*heutiger Name Thelypteri-Phragmitetum.

an *Phragmites communis* und dessen Höhe wechseln je nach den Bedingungen; auch die Qualität des Zellstoffes wird wohl Schwankungen unterliegen. Doch dies sind Fragen, die noch einer Klärung bedürfen. Außer auf Schwingrasen wächst *Phragmites communis* aber auch in stehenden und langsam fließenden Gewässern und bildet hier zuweilen ungemein große und dichte Bestände. Es sind das reine Bestände, die wir das *Phragmitetum communis* purum genannt haben und die in Litauen ebenfalls sehr häufig anzutreffen sind. Am See von Žuvinta scheinen sie aber zurückzutreten und anderen Vereinen Platz zu machen.

Typha angustifolia läßt sich als Faserpflanze nutzen. Wenn es sich auch nicht um eine erstklassige Faser handelt, so würde der Vorteil der Verwertung der Bestände von *Typha angustifolia* darin bestehen, eine Pflanze zu haben, die in großen Mengen vorhanden ist, einen Rohstoff enthält und dazu sonst ungenutztes Gelände bedeckt. Zudem ist es eine mehrjährige Pflanze, die sich stark vermehrt und die bei der Nutzung nicht vernichtet zu werden braucht, sondern jedes Jahr wieder nachwächst. Über die Möglichkeit der Gewinnung von Fasern aus *Typha*-Arten s.a. TOBLER (1938) und OWSCHTSCHINNIKOW (1938). Letzterer hat die *Typha*-Bestände am unteren Kuban auf die Mengen der dort vorhandenen *Typha* untersucht und macht Vorschläge zum Bau einiger Fabriken zur Herstellung von Schnüren und Sackleinen sowie zur Gewinnung von Zellstoff und von Stärke, die in den Rhizomen enthalten sind.

Wie groß sind die *Typha*-Bestände am Žuvinta-See? Hier kommt nur *Typha angustifolia* in Frage, denn die andere in Litauen vorkommende *Typha*-Art, *Typha latifolia*, ist hier nur zerstreut vorhanden und kommt für eine Verwertung daher nicht in Frage.

Typha angustifolia bildet reine und fast reine Bestände außerhalb der *Phragmites*-Schwingrasen, d.h. sie wächst schon weiter ins Innere des Sees hinein und bildet in dessen Mitte mehrere größere Inseln. Wir können am Žuvinta-See folgende Typhaeta unterscheiden:

a. *Typha angustifolia*—5 mit *Dryopteris thelypteris.*
 10—15—20 Stengel je Quadratmeter.

b. *Typha angustifolia*—5; *Carex* spec. (*riparia*?)—3—4; *Rumex aquaticus*—1; *Convolvulus sepium.*
 25 Stengel je Quadratmeter.

c. *Typha angustifolia*—5 mit *Dryopteris thelypteris* und *Salix cinerea*, auf schwimmender Insel.
 10—15 Stengel je Quadratmeter.

d. *Typha angustifolia*, rein, im Wasser wachsend.
 10—15 Stengel je Quadratmeter, mit je 3—5 Blättern.

e. *Typha angustifolia*, reiner Bestand, im Wasser.

5—10 Stengel je Quadratmeter.

f. *Typha angustifolia*, äußerste Vorposten im Wasser, 1 m Höhe.
3—5 Stengel je Quadratmeter.

g. *Typha angustifolia*, dichter Bestand, eine große Insel im See bildend, mit dichtem Wurzelgeflecht.
25 Stengel je Quadratmeter, 2 m hoch, über dem Wasser nur 1—1.25 m hoch.

An der Dovine schwinden die *Typha-angustifolia*-Bestände; hier und da am Ufer sieht man *Typha latifolia*. Am Amalva-See fehlen die *Typha angustifolia*-Bestände.

Wie groß sind die im See von Žuvinta vorhandenen Mengen an *Phragmites communis* und *Typha angustifolia?* Die Beantwortung dieser Frage wollen wir mit *Phragmites communis* beginnen.

Es wurden 9 Stengel gesammelt und in lufttrockenem Zustande gewogen, wobei folgende Resultate erhalten wurden:

Länge in m:	1,0	1,5	1,4	1,7	2,0	1,2	1,2	1,0	1,2.
Gewicht in g:	5	10	5	10	17	10	5	5	6

Im Mittel wiegt folglich ein Stengel etwas mehr als 8 g. Rechnen wir im Mittel nur 25 Stengel je Quadratmeter, so beträgt das Gewicht der lufttrockenen Masse auf dieser Fläche 400 g, was einem Gewicht von 4 Tonnen je Hektar entsprechen würde. Von den 1000 Hektaren des Sees ist ungefähr die Hälfte, also 500 Hektar, verwachsen, darunter die Hälfte mit *Phragmites communis*. Rechnen wir 200 Hektar für das Einsammeln der Pflanze geeignet, so würden wir 800 Tonnen trockener *Phragmites* zur Zellstoffgewinnung zur Verfügung haben.

Ähnliche Berechnungen haben wir mit *Typha angustifolia* angestellt.

Länge in m	2,50	2,50	2,50
Gesamtgewicht	20	15	12
Anzahl der Blätter	7	5	7
Gewicht der Blätter in g	10	5	7

Das mittlere Gewicht der Blätter an einem Stengel beträgt also 7 g, wozu noch ein Stück der Blattscheide hinzukommt. Rechnen wir je Quadratmeter 15 Stengel mit 7 g lufttrockener Blätter, so erhalten wir auf einem Quadratmeter 345 g trockener Stengel und Blattmasse, was auf einen Hektar umgerechnet, 3,45 Tonnen ausmachen würde, also auf 200 Hektar 6,90 Tonnen trockener Stengel und Blätter.

Zum Vergleich können wir anführen, daß in der Sowjetunion am unteren Kuban nach Owtschinnikow (1938) die Menge von *Typha angustifolia* je Hektar bis zu drei Tonnen beträgt, ein Betrag, der ungefähr mit den Beträgen von Žuvinta übereinstimmt. Weitere Angaben finden wir in der Literatur bei Lieth (1962). Dieser gibt in den USA eher etwas niedrigere Beträge an, als wir sie in Žuvinta

errechneten, nämlich 107—173,08 DZ je Hektar, was ungefähr 1—1,7 Tonnen je Hektar entsprechen würde, doch müßten die Standortverhältnisse näher untersucht und verglichen werden. Die Beträge für *Phragmites communis* sind nach ihm in den USA 22—269 DZ, also nicht ganz drei Tonnen je Hektar, ein Betrag der mit unserem Betrag von 2,25 Tonnen und dem von OWTSCHINNIKOW von 3 Tonnen übereinstimmen würde.

II. Die „Zellulose"-Gräser der Wüste.

Unter dem Namen „Zellulose"-Gräser wollen wir die Gramineen bezeichnen, deren Zellstoff zur Herstellung von Papier verwendet wird. Siehe hierüber meinen Artikel bezüglich solcher Gräser im Irak (REGEL 1956). Im Vorderen Orient sind es vor allem folgende Gramineen, die für solche Zwecke in Betracht kommen.

a. *Erianthus ravennae* (L.) G. BEAUV. Das Gras ist im Vorderen Orient weit verbreit, wie wir bei ZOHARY (1946) sehen können, es ist ein biregionales Element, das außer in der Halbwüste noch in der mediterranen Region vorkommt, wie wir bei BOISSIER ersehen können, der die Pflanze für Griechenland, Makedonien, Thrazien, Kilikien, Marasch (Anatolien), Syrien, Libanon, Persien, Transkaukasien etc. anführt. Ich hatte im Irak (1956) den Ertrag je Hektar auf 10—15 Tonnen berechnet, ja sogar mehr, wenn kein Rechenfehler unterliegt, den ich nicht mehr kontrollieren konnte.

Eine von mir in Afghanistan zwischen Kabul und Zarobi angestellte Untersuchung ergab je m^2 750 g, also je Hektar 7.50 Tonnen. Doch war hier die von Gras bedeckte Fläche bedeutend größer als im Irak. Kilometer weit erstreckte sich in Afghanistan die mit *Erianthus ravennae* bewachsene Ebene, während es im Irak nur vereinzelte Grasbüschel, jedenfalls aber keine mit Gras bestandene Fläche war. Rechnen wir die mit *Erianthus ravennae* bewachsene Fläche mit 1000 Hektar und pro Hektar 7.50 Tonnen, so erhalten wir eine Ernte von 7500 Tonnen zwischen Kabul- Zorobi, und solcher Flächen gibt es in Afghanistan noch viele. Dazu kommen noch andere Gramineen, wie z.B. auf felsigen Hängen im Tale des Panshir, wo ich ein Gras, allerdings nur in zerstreuten Büscheln wachsend, fand (ich konnte es nicht mehr bestimmen), das gegen 220 g Trockenmasse auf 100 m^2 ergab, was einem Betrag von bis zu 20 Tonnen je Hektar entsprechen würde.

b. *Desmostachya bipinnata* (L.) STAPF fand ich häufig im Irak und in Aegypten auf sandigen Wüstenböden, wo sie stellenweise dichte Bestände mit Deckungsgrad 5 bilden kann. Ich errechnete den Ertrag je Hektar mit 2—10 Tonnen. Das Gras läßt sich zu einem

guten Papier verarbeiten, wie aus meiner Arbeit (1956) zu ersehen ist. Doch hat es im Gegensatz zu *Imperata ravennae* nur ein kleineres Areal: es ist nicht bizonal (mediterran und iranisch-turanisch) verbreitet, sondern gehört zu den Gräsern, deren Areal in der trockenen Tropenzone liegt.
c. *Imperata cylindrica* (L.), G. BEAUV., von dem MAIRE (1952, 1953) in Nordafrika zwei Varietäten, var. *europaea* (PERS. ANDERSS.) und var. *parviflora* TRABUT, unterscheidet. Die westasiatischen Formen sind nicht näher untersucht worden. Das Gras hat eine weite Verbreitung vom Mediterangebiet bis in die tropische Zone. Der Ertrag je Quadratmeter ist wegen der geringen Größe der Gräser ein bedeutend geringerer, als der von *Desmostachya* und insbesondere von *Erianthus*, so daß ich mich nicht mit der Möglichkeit befaßt habe, die Pflanze auf ihre Verwendung als Zellulosepflanze für Papierfabrikation zu überprüfen, obwohl KRASLNIKOW & JAKIMOW (1950) diese Möglichkeit bejahen. Doch kommt das Gras in dichten Beständen in den Palmenwäldern des südlichen Irak vor und ist geradezu als tropisches Unkraut anzusehen.

III. HEUANALYSEN VON WIESEN.

Der Ertrag an Pflanzenmasse auf den Wiesen wird durch den Ertrag an Heu je Flächeneinheit festgestellt. Die Qualität des Heus ist verschieden, worüber uns das Standardwerk von GAIN & BROCQ-ROUSSEU (1918) unterrichtet. Doch der Ertrag an Heu, der Ertrag an Trockenmasse, ist je nach der Art der Wiese, von der das Heu stammt, verschieden und hängt auch von deren botanischer Zusammensetzung ab. Die richtige Bewertung der Trockenmasse hängt zudem auch davon ab, ob das Gras auf der Wiese, resp. auf der Probeparzelle ein- oder zweimal geschitten wurde, d.h. ob die gewogene Trockenmasse nur vom ersten oder auch vom zweiten Schnitte herrührt.

Am höchsten ist der Ertrag auf den Alluvialwiesen, am niedrigsten auf den anmoorigen oder Moorwiesen. Ich will hier einige Werte geben, die ich und mein Mitarbeiter*) von verschiedenen Wiesen in Litauen (Litauische SSR) gewonnen haben.

Das Gras wurde möglichst nah über dem Boden mit einer Schere geschnitten, getrocknet und dann die botanische Analyse der trockenen Grasmasse durchgeführt, die uns hier nicht weiter beschäftigen wird, denn uns interessiert nur der Gesamtertrag, die Trockenmasse des Heus. Es sind 23 Heuproben, die wir zusammen-

*) Dr. DAGYS, jetzt Professor in Wilnius (Wilna).

stellen und die die verschiedenen Wiesentypen charakterisieren. Denn die Pflanzenvereine der Wiesen werden nicht nur durch die floristische Zusammensetzung charakterisiert, sondern auch durch andere Merkmale, zu denen auch der Ertrag an Pflanzenmasse gehört. Es gibt Assoziationen der Wiesen, die z.B. ständig einen geringen Ertrag an Pflanzenmasse ergeben, andere wiederum einen hohen. Die Höhe des Ertrages an Pflanzenmasse dient zur Charakteristik des Wiesentypus.

Litauen (jetzt Litauische SSR) liegt in der eurasiatischen Zone, während Irak und Afghanistan iranisch- turanisch, mit den entsprechenden Elementen sind. Die Wiesen Litauens sind mesophil und vom Beginn der Vegetationsperiode an bis zu deren Ende grün und nicht, wie im Mediterrangebiet, im Sommer von einer Schicht abgestorbener Gräser und Kräuter bedeckt.

Der hier angegebene Trockenertrag berücksichtigt daher nicht das im Sommer wegen Mangel an Niederschlägen trocken werdende Gras, sondern das Heu, das man aus dem geschnittenen frischen Grase gewinnt. Der hier angegebene Trockenertrag ist daher nicht der vollständige Ertrag, sondern berücksichtigt nicht die nach dem Abmähen des Grases nachwachsende Pflanzenmenge, den sogenannten zweiten Schnitt.

Wir wollen folgende Heutypen unterscheiden:

1. *Alopecurus pratensis* – Heu mit Kräutern:
   a) *Alopecurus pratensis – Ranunculus polyanthemos – Geranium pratense*
   1 m^2 Trockenmasse 175 g.
   b) *Alopecurus pratensis* mit *Heracleum sibiricum, Festuca rubra*
   1 m^2 Trockenmasse 210 g.
   Alopecurus pratensis mit *Heracleum sibiricum* und *Trifolium pratense*
   1 m^2 Trockenmasse 238 g.
   d) *Alopecurus pratensis* – Heu mit *Thalictrum simplex*
   1 m^2 Trockenmasse 376 g.
2. Heu aus *Papilionaceae* und anderen Kräutern:
   Trifolium pratense, Poa pratensis, Achillea millefolium
   1 m^2 Trockenmasse 659 g.
3. Heu aus *Phleum pratense*:
   1 m^2 Trockenmasse 400 g.
4. Heu aus *Agrostis alba*, *Heracleum sibiricum* und *Medicago falcata*:
   1 m^2 Trockenmasse 301 g.
5. Heu aus *Galium boreale* + *Agrostis alba* und *Poa pratensis*:
   1 m^2 Trockenmasse 511,3 g.
6. Heu aus *Poa trivialis* mit *Heracleum sibiricum*:

1 m² Trockenmasse 238 g.

7. Heu aus *Phalaris arundinacea* und *Poa trivialis*:
   1 m² Trockenmasse 1092,8 g.
8. Heu aus *Rumex haplorhizus* und *Poa pratensis*:
   1 m² Trockenmasse 721,7 g.
9. Heu aus *Equisetum heleocharis, Carex gracilis, Menyanthes trifoliata*:
   ½ m² Trockenmasse 133,4 g.
   Trockenmasse 129,6 g.
10. Heu aus *Menyanthes trifoliata, Carex gracilis, Carex rostrata*: (ähnlich dem vorigen)
   ½ m² Trockenmasse 135 g.
   ½ m² Trockenmasse 133,5 g.
   Trockenmasse 138 g.
12. Heu aus *Carex rostrata* und *Carex gracilis*:
   ½ m² Trockenmasse 106,7 g.
   Trockenmasse 117 g.
   Trockenmasse 143,1 g.
   Trockenmasse 67,9 g.
13. Heu aus *Carex rostrata* und *Carex goodenoughii*:
   ½ m² Trockenmasse 63,1 g.
14. Heu aus *Carex rostrata*:
   1 m² Trockenmasse 346,5 g.
15. Heu aus *Carex diandra*:
   ½ m² Trockenmasse 86,4 g.
   Trockenmasse 99,9 g.
16. Heu aus *Eriophorum polystachyum, Carex dioica* und *Carex goodenoughii*:
   ½ m² Trockenmasse 86,5 g. und 149 g.
17. Heu aus *Agrostis alba* und *Carex gracilis*:
   ½ m² Trockenmasse 165. 9 g.
18. Heu aus *Carex goodenoughii*:
   ½ m² Trockenmasse 152 g. 91 g.
   Trockenmasse 91,4 g.; 126.6 g.
19. Heu aus *Scirpus palustris* und *Carex goodenoughii*:
   ½ m² Trockenmasse 75,6 g.
20. Heu aus *Carex panicea* und *Carex goodenoughii*:
   ½ m² Trockenmasse 81,4 g.
   Trockenmasse 83,8 g.
21. Heu aus *Carex panicea* mit Kräutern:
   ½ m² Trockenmasse 250 g.
22. Heu aus *Festuca ovina mit* Kräutern:
   ½ m² Trockenmasse 96,8 g.
23. Heu aus *Nardus stricta* mit Kräutern:

$\frac{1}{2}$ m^2 Trockenmasse 102 g.

Zum Schluß wollen wir einige Vergleiche mit Angaben aus der Literatur anführen. So beträgt die jährliche oberirdische Trockenmasse bei *Carex rostrata* in Abisko im nördlichen Schweden 20,3—37,3 DZ je Hektar, in Kinara, Mansergh, England sind es 42 DZ je Hektar (LIETH 1962). Wir hatten in Litauen je m^2 346,5 g beobachtet, also einen Betrag, der sich wenig vom obigen unterscheidet.

Die höchste Produktivität an oberirdischen Organen weisen in dem zur USSR gehörenden Baltikum nach MATWEJEWA (1966) die typischen mesophytischen und hydromesophytischen Wiesen auf, d.h. Wiesen mit *Phleum pratense*, *Festuca pratensis*, *Arrhenaterum elatior*, *Bromus inermis* und *Trifolium* - Arten, mit 35,7 Zentner je Hektar. *Alopecurus pratensis* - Wiesen haben im ersten Schnitt einen Ertrag von 40 Zentner je Hektar, solche aus *Digraphis arenaria* var. *arundinacea* sogar 82,2 Zentner je Hektar. Auch in Litauen wiesen die *Digraphis arundinacea*-Wiesen hohe Erträge (1092,8 g je m^2) auf.

Geringe Produktionsziffern sehen wir bei den aus niedrigen *Carices* (20) bestehenden Wiesen und bei solchen aus *Festuca ovina* (Nr 22).

IV. NIEDERMOORWIESEN AUS WEIßRUSSLAND (WEIßRUSSISCHE SSR).

Wir untersuchten die Stoffproduktion auf verschiedenen Wiesen in Litauen, wobei wir von kleinen Flächen von $\frac{1}{2}$ bis 1 m^2 ausgingen. Wir sahen hier große Schwankungen der Stoffproduktion und verglichen sie mit Daten aus der Zusammenstellung bei LIETH (1962). Doch wie steht es mit der Stoffproduktion auf großen, vom Menschen nicht oder nur wenig beeinflußten Flächen? Wie äußert sich der Einfluß durch extensive Bewirtschaftung, sagen wir durch Entwässern des Niedermoores und durch Berieselung und die damit erfolgte Umwandlung in eine Niedermoorwiese auf die Menge des geernteten Heus und damit auf die Stoffproduktion einer ganzen Landschaft? Denn als solche müssen wir ein Niedermoor von mehreren tausend Hektar betrachten. Wir müssen hier mit anderen Mitteln arbeiten, als auf einem kleinen Stück Wiese, wie es sich uns in Mitteleuropa darbietet.

Ich hatte vor dem ersten Weltkrieg die Gelegenheit, Niedermoorwiesen im Gebiet der Polessje Sümpfe in Weißrußland (jetzt Weißrussische SSR), nördlich des Pripjet zu untersuchen, allerdings in pflanzensoziologischer Hinsicht. Hier will ich Schlüsse auf die Stoffproduktion dieser Sümpfe ziehen, wobei ich von der Gesamtfläche des Niedermoores, nicht aber von kleineren Quadraten ausging. Ich hatte meine damaligen Untersuchungen 1913 (REGEL 1913) und später mit Ergänzungen (REGEL 1943) veröffentlicht.

Das Zentrum der Untersuchung waren die Niedermoorwiesen des Gutes Kopatzewitschi am Morotsch, einem Nebenfluß der Slutsch, der sich in den Pripjet ergießt. Die Gesamtfläche dieses Niedermoors betrug ca. 7000 Hektar, von denen jedoch nur ein Teil melioriert worden war, und die alljährlich den Bauern zur einmaligen Mahd abgegeben wurden. Es existierten Angaben über die Menge des vorhandenen Heus, die in einem vom Völkerbund in Genf veröffentlichten Memorandum (siehe Note) enthalten sind, sowie in Akten und Berichten, in die ich Einsicht hatte und die ich benutzen konnte. In den 90-ger Jahren des vorigen Jahrhunderts, als die Moore noch nicht melioriert waren, betrug die Heuernte im Jahr nach oberflächlicher Schätzung ca 40000 Pud (1 Pud = 16 kg), also ca 640000 kg = 6400 DZ oder rund gerechnet 1 DZ je Hektar, also eine äußerst geringe Menge. Man muß aber in Betracht ziehen, daß weite Strecken einen dichten Graswuchs trugen, auf anderen aber infolge der Entwässerung kein Gras wuchs und nur *Marchantia polymorpha* den trockenen Torf bedeckte. Es handelt sich hier nur um einen Mittelwert. Der Graswuchs bestand aus *Carices* und *Drepanocladus* - Moosen.

Nach erfolgter Entwässerung durch offene Gräben und Kanäle und darauf folgender Berieselung mittels Flußwasser stiegen die Erträge an Heu. Kurz vor dem 1. Weltkriege sollen sie 1.000.000 bis 1.500.000 Pud Heu betragen haben, während des Krieges, als die Erträge infolge der Unmöglichkeit, das Kanalsystem in Ordnung zu halten, fielen, stellte eine staatliche Abschätzungskommission für Kriegsschäden fest, daß sich auf dem Gute der Ertrag auf 557.250 Pud Heu belief = ca. 90000 Doppelzentner oder, bei 6000 Hektar Fläche, je 15 Doppelzentner je Hektar. Hier herrschte *Poa pratensis* vor und die Moosschicht war weigehend rückgebildet. Aus diesen, allerdings nur groben Schätzungen, aus denen aber die geringe Stoffproduktion eines Niedermoores vor der Meliorierung und die bedeutend höhere nach erfolgter Entwässerung und darauf folgender Bewässerung zu ersehen ist, kann auch auf den Wertzuwachs bei steigender Höhe der Stoffproduktion geschlossen werden. Vor der Melioration betrug der Wert des Ertrages, also die Stoffproduktion (Note etc.) 695 Rubel, 1904 war er 12.709 Rubel, 1905 18.335 Rubel und 1913, als ich selber dort war und die Ergebnisse der Melioration sichtbar wurden, wurden ca 65.000 Rubel eingenommen. Bei einer noch intensiveren Melioration, mittels Drainage und Düngung, wäre die Stoffproduktion noch weiter angestiegen und hätten sich die Einnahmen noch weiter vergrößert.

V. Beschluß

Trotz der verschiedenen von uns angewandten und nicht immer den neuesten Erkenntnissen entsprechenden Methoden läßt sich unzweifelhaft ein Zusammenhang zwischen Pflanzenverein und damit den ökologischen Bedingungen und der Höhe der Stoffproduktion feststellen. Obwohl wir es hier mit Vereinen aus Gräsern und Kräutern zu tun hatten, läßt sich die Stoffproduktion auch bei verschiedenen Waldtypen untersuchen, wobei man auch hier, wie es die Forstleute schon seit langem und auch Unterzeichneter vor längerer Zeit getan, ein Zusammenhang zwischen dem Zuwachs des Holzes und damit der Stoffproduktion und dem Waldtypus feststellen.

Wie Eingangs erwähnt, würden Untersuchungen in der Türkei interressante Ergebnisse aufweisen.

Literatur

Biologische Produktivität natürlicher und künstlicher Pflanzenvereine. *Bot. J. USSR* 51, 7—8, 1966 (russisch).

Braun - Blanquet, J. 1951. Pflanzensoziologie. Berlin.

Bykow, B. A. 1953. Geobotanika. Alma Ata. (Russisch).

Gain, E. & Broq- Rousseu, D. 1912. Traité des foins. Paris.

Galinis, J. 1930. Pagrindiniai musu ukio germens ir ju sunaudojimai. *Musu Girios* VIII, Nr 11. Kaunas. (Litauisch).

Hürlimann, H. 1951. Zur Lebensgeschichte des Schilfs an den Schweizer Seen. *Veröffentl. Geobot. Inst. Rübel Zürich.* 30.

Jaroschenko, P. D. 1953. Osnow utschenija o rastitelnom pokrowe (Grundlagen der Lehre von der Pflanzendecke) (Russisch).

Larin, J. W. 1956. Forage plants of meadow and pasture lands of the USSR I—III. Moscow-Leningrad.

Lawrenko, E. M. 1955. Über die Erforschung der Produktivät der oberirdischen Pflanzendecke. *Bot. J. SSSR.*XL. (Russisch).

Lietuvos Tsr. *Miskai. Musu girios* XII Nr. 8—9. Kaunas 1940 (Die Wälder der Litauischen SSR), (Litauisch).

Maire, B. 1952—53. Flore de l'Afrique du Nord I—II. Paris.

Note du Comité d'Experts mise à la disposition du Gouvernement polonais par la Société des Nations sur l'assèchement des Marais du Polésie. Soc. des Nations. Commission cons. et techn. des comm. et du transit. Genève 1927.

Owtschinnikow, B. H. 1938. Issledowanije rogoza w plawnjach r. Kubani. *Acta Inst. Bot. Acad. Scient. Uni Rerum. Publ. Soviet. Social.* Ser. V. Mosqua- Leningrad (Untersuchung der Typha am Kuban Fluß.) (Russisch).

Lieth, H. 1962. Die Stoffproduktion der Pflanzendecke. Stuttgart.

Mortensen, H. 1926. Litauen. Grundzüge einer Landeskunde. Hamburg.

REGEL, C. 1919. Heuanalysen von der Halbinsel Kola. *Landw. Jahrbücher* LIV. Berlin.

REGEL, C. 1921. Zur Kenntnis des Baumwuchses an der polaren Waldgrenze. *S.B. naturf. Ges. Univ. Dorpat* XXIV.

REGEL, C. 1925. Über Litauische Wiesen. *Festschr.* CARL SCHRÖTER. Zürich.

REGEL, C. 1931. Vegetationsverhältnisse an der Meteliai Seengruppe. *Mém. Fac. Sci. Univers. Vyt. le Grand.* Kaunas 1931.

REGEL, C. 1931. Botaniškas šieno analizis ir Lietuvos pievos. Kosmos. Kaunas (Botanische Heuanalysen und Wiesen in Litauen). (Litauisch).

REGEL, C. 1933. Litauen und Rumänien. Ein Vergleich. *Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich* 10 (Ergebn. Intern. Pflanzengeogr. Exkursion Rumänien (1931) Bern.

REGEL, C. 1943. Extensive Melioration in den Pripet-Sümpfen. *Angew. Bot.* XXIII Heft 6.

REGEL, C. 1944. Pflanzensoziologische Streifzüge durch Litauen. Erste Folge. *Englers Bot. Jahrb.*

REGEL, C. 1948 Pflanzensoziologische Streifzüge durch Litauen. Zweite Folge. *Englers Bot. Jahrb.*

REGEL, C. 1956. On some herbs containing cellulose in Iraq. *Mater. Veg.* 2: *53—57.*

STEINECKE, F. 1940. Der Süsswassersee. Leipzig.

TOBLER, F. 1943. Stengelbau, Festigkeits- und Verwertungsunterschiede beim Schilfrohr (*Phragmites communis* TRIN.). *Angew. Bot.* XXV. Berlin.

WALTER, H. 1960. Grundlagen der Pflanzenvereine. I Teil. Standortslehre. Stuttgart.

ZOHARY, M. 1946. The Flora of Iraq and its phytogeographical Subdivisions. Baghdad.